

## 비관측요인모형을 이용한 종합지표 작성 및 적용

강기춘<sup>1\*</sup>, 김명직<sup>2</sup>

<sup>1</sup>제주대학교 경제학과, <sup>2</sup>한양대학교 경제금융학부

### A Constructing the Composite Index using Unobserved Component Model and its Application

Gi-Choon Kang<sup>1\*</sup> and Myung-Jig Kim<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Economics, Jeju National University

<sup>2</sup>Division of Economics and Finance, Hanyang University

**요약** 본 논문은 종합지표를 작성하는 세계은행(World Bank)의 방법론을 소개하고 그 방법론의 적용 사례를 살펴본 후 시사점을 도출하였다. 세계은행의 방법론인 비관측요인모형(UCM)에 따라 스위스 국제경영대학원(IMD)의 국가경쟁력지수를 재산출한 후 IMD의 기존 국가경쟁력지수에 따른 순위와 비교해 보며 그 상관관계를 분석하고 시사점을 도출하였고, 경기도 31개 시군의 운영성과를 세계은행의 방법론으로 측정하여 비교해 보고 시사점을 도출하였다. 본 연구의 의의는 다음과 같이 요약될 수 있다. 세계은행의 방법론은 구성지표의 적합성 검증에 대한 통계적 방법론을 적용하지 않은데 반해 본 연구는 적합성 검증을 위한 통계적인 방법론으로 주성분분석(PCA)을 사용하였다. 본 연구에서 제안하는 PCA 방법론 및 UCM은 후보지표 선정, 가중치 도출, 그리고 종합지표의 수준 및 신뢰구간 작성에 매우 유용한 것으로 나타났다. 따라서 지역발전지수, 지방재정분석, 지방자치경쟁력지수, 공기업평가 등에 광범위하게 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

**Abstract** This paper introduces and applies the World Bank's methodology for constructing composite index or aggregating indicators. After recalculating the world competitiveness index of IMD using Unobserved Component Model(UCM) we compare it with the existing index and try to find some implications. We also try to construct the composite index for measuring the performance of local finance. We employ the Principal Component Analysis(PCA) for validating the appropriateness of selected indicators used in making the composite index. We found that the UCM and PCA are very useful and will be used widely in various evaluations such as regional development, local finance, local competitiveness and public enterprise, etc.

**Key Words** : Composite Index, Aggregating Indicators, Unobserved Component Model, Multiple-indicator Model, Principal Component Analysis

#### 1. 서론

세계 각국은 정치·경제·사회·문화 등 여러 부문의 개별 지표를 작성하고 있다. 이러한 개별지표들은 그 지표가 측정하고 있는 대상에 대한 유용한 정보를 제공해 주기도 하지만, 각 분야에 대한 개별적인 정보보다는 관련 있

는 분야를 종합적·총체적으로 판단할 수 있는 정보가 필요한 경우도 많이 있다. 이러한 종합정보의 대표적인 예가 생산·투자·소비·고용·금융·무역 등 경제 각 부문의 지표 중에서 경기에 민감하게 반영하는 주요 경제지표를 선정 후 이 지표들을 종합하여 작성하는 경기종합지수이다.

본 논문은 2013학년도 제주대학교 학술진흥연구비 지원사업에 의하여 연구되었음.

\*Corresponding Author : Gi-Choon Kang(Jeju National Univ.)

Tel: +82-64-754-3168 email: kanggc@jejunu.ac.kr

Received December 16, 2013

Revised (1st December 31, 2013, 2nd January 8, 2014)

Accepted January 9, 2014

개별지표를 종합하여 종합지표를 작성하기 위해서는 지표 선정(selection of indicators), 표준화(normalization), 종합화(aggregation)의 단계를 거치게 된다. 먼저, 분석 목적에 따라 지표를 선정한 후 선정된 지표를 표준화하거나 척도를 통일시키는(rescale) 과정을 거쳐야 하는데 그 이유는 측정단위가 상이한 지표들을 단순하게 합할 수가 없기 때문이다. 표준화하는 방법은 개별지표를 평균으로부터 상대적 위치를 정하는 모수적인 방법이므로 정규분포를 따를 때에 적합하고, 개별지표를 0에서 1 사이의 척도로 전환하는 방법은 개별지표의 분포 형태에 관계없이 전환하는 비모수적인 방법이다[3].

표준화된 지표나 척도가 통일된 지표를 종합화하는 단계에서 가중치가 문제가 되는데, 일반적으로 동일 가중치 또는 자의적인 가중치를 부여하거나 전문가 집단을 대상으로 한 설문조사를 거쳐 가중치를 산정하기도 한다. 설문조사에 의한 가중치 산정방법으로는 분석적계층화방법(AHP: Analytic Hierarchy Process)이 많이 활용되고 있으며, 설문으로 정책행위자들의 판단을 조사한 후 회귀분석 등을 통해 가중치를 산출하는 판단분석(Judgment Analysis)기법이 활용되고 있다[1]. 관측된 자료에 근거하여 가중치를 산출하는 방법으로는 주성분분석(PCA: Principal Component Analysis), 비관측요인모형(UCM: Unobserved Component Model)에 의한 가중치 도출 등이 있다. 주성분분석은 관측된 변수보다 작은 수의 주성분을 설정하되 데이터의 분산을 최대한 설명하도록 구성하는 방법이고, 비관측요인모형은 동행종합지수와 같이 비관측 상태 또는 요인(예를 들어 경기)을 관측 가능한 구성 지표로부터 계량적으로 추정 가능하게 하는 방법론이다.

한편, 가중치가 도출되면 개별지표의 표준화값(z-value)이나 동일 척도로 전환된 값에 가중치를 곱하여 종합지표(종합지수)를 작성하거나, 표준화값이나 동일 척도로 전환된 값을 서열화하여 순위의 합으로 종합점수화할 수도 있다.

종합지표 작성의 대표적인 예는 스위스의 국제경영대학원(IMD)이 발표하는 국가경쟁력지수이다. IMD의 국가경쟁력 산정방식은 단순하여 작성이 쉬운 장점이 있으나, 통계적 모형에 근거하지 않고 인위적으로 작성되기 때문에 종합지표에 근거한 순위 간에 통계적으로 유의한 점수의 차이가 있는지에 대한 답을 해주지 못하고 있다. 이에 세계은행(World Bank)은 비관측요인모형이라는 계량모형을 이용하여 종합지표의 수준(점 추정치) 뿐만 아니라 신뢰구간(구간 추정치)까지 추정함으로써 그에 대한 해답을 제시하였다[4-9].

본 논문의 목적은 계량모형을 이용하여 종합지표를 작성하는 세계은행 방법론을 소개하고 동 방법론의 유용성

및 향후 적용 가능성을 살펴보는데 있다. 종합지표 작성에 필요한 개별지표의 선정에 있어 경제적 유의성(Economic Significance)에 근거한 세계은행방법론을 보완하여 통계적 유의성(Statistical Significance)에 근거하여 개별지표를 선정하는 주성분분석(Principal Component Analysis)을 추가하여 종합지표를 작성하는 방법을 도입하여 이러한 방법론의 적용 사례를 살펴본 후 시사점을 도출하는데 있다. 먼저 주성분분석 및 세계은행의 방법론에 따라 IMD의 국가경쟁력지수를 재산출한 후 IMD의 기존 국가경쟁력지수에 따른 순위와 비교해 보며 그 상관관계를 분석하고 시사점을 도출한다. 다음으로 우리나라 지자체(경기도 31개 시군)의 운영성과를 주성분분석 및 세계은행의 방법론으로 측정하여 비교해 보고 시사점을 도출한다.

## 2. 기존연구 검토

### 2.1 세계은행의 세계 국정관리지표

#### 2.1.1 자료

전 세계 212개국을 대상으로 프리덤 하우스, 이코노미스트 인텔리전스 유닛, 세계경제포럼 등 전 세계 25개 기관에서 발표하는 30여 개의 자료원(data sources)을 활용하여 세계 국정관리지표를 1996년부터 작성하여 발표하고 있다. 30여 개의 자료원은 기업, 개인, 기업 리스크 평가기관, 비정부기관, 싱크탱크, 다국적기관 등이 참여하여 서베이 또는 투표(poll)방식으로 작성되는 정성지표이다.

#### 2.1.2 평가분야 및 내용

세계은행은 이들 자료원에 포함된 국정관리에 관한 수백 개의 질문을 부패관리(Control of Corruption), 시민참여와 언론자유(Voice and Accountability), 규제 질(Regulatory Quality), 법치주의(Rule of Law), 정치적 안정(Political Stability), 정부 효과성(Government Effectiveness) 등 6개 평가분야별로 분류(mapping)하여 분야별 종합지표(Aggregate Indicators)를 작성한다. 분야별 주요 평가내용을 살펴보면 시민참여와 언론자유는 경우 표현의 자유, 결사의 자유, 언론의 자유, 정부를 선택하는 데 있어 국민의 참여 정도를 평가하고, 정치적 안정의 경우 내란과 테러 등 비제도적이거나 폭력적 수단에 의해 정부가 불안정하게 되거나 전복될 가능성을 평가한다. 정부 효과성의 경우 공공부문 서비스의 질, 민간부문 서비스의 질, 정치적 압력으로부터의 독립성, 정책 형성 및 집행의 질, 정부부문에 대한 신뢰성을 평가하며, 규제

의 질의 경우 정부가 민간부문 발전을 위한 건전한 정책과 규제를 형성하고 집행하는 능력을 평가한다. 한편, 법치주의의 경우 사회규범에 대한 신뢰와 준수 정도, 범죄와 폭력의 개연성뿐만 아니라 계약이행, 경찰, 법원의 질적 수준을 평가하며, 부패관리의 경우 공금횡령뿐만 아니라 사소하거나 큰 형태의 부패 모두 포함하여 공공부문이 사적 이익을 추구하는 정도를 평가한다.

**2.1.3 작성방법론**

비관측요인모형을 이용하여 세계 국정관리지표를 작성하여 발표하는데 이 모형은 데이터의 정확성을 반영하여 가중치를 부여하고 개별지표를 통합하며, 종합지표의 수준과 오차 범위를 고려한 신뢰수준까지도 추정하는 장점이 있다.

**2.2 IMD의 국가경쟁력지수**

**2.2.1 자료**

IMD는 국가경쟁력지수 산출시 경성자료(hard data)와 연성자료(soft data) 등 두 종류의 자료를 사용한다. 통계자료인 경성자료는 IMD가 직접 입수하는 국제통계와 파트너기관의 협조를 구해 입수하는 국내통계로 구성되며, 연성자료는 기업 경영진을 대상으로 한 설문조사 자료이다. IMD에서 활용하는 전체 지표의 수는 연도별로 다소 차이가 있으나 320여 개 정도 되는데, 본 논문에서 사례로 분석하고 있는 2007년의 경우 323개인데 이 중 실제 평가에 사용된 경성자료 127개와 연성자료 119개를 뺀 77개 지표는 배경정보(background information)라고 하여 참고로 활용된다.

**2.2.2 평가분야 및 내용**

IMD는 경제운영 성과(Economic Performance), 정부행정 효율성(Government Efficiency), 기업경영 효율성(Business Efficiency), 발전인프라(Infrastructure) 등 4개 분야(또는 경쟁력 요인)의 경쟁력을 종합적으로 고려하여 국가경쟁력을 측정한다. 경제운영 성과 분야는 국내경제에 대한 거시경제적 성과를 중심으로 평가하고, 정부행정 효율성 분야는 정부정책이 경쟁력 향상에 얼마나 도움이 되는지를 평가한다. 기업경영 효율성 분야는 기업이 혁신적이고 수익성 있고 책임 있게 활동하는 정도를 평가하며, 발전인프라는 기본·기술·과학인프라 및 인적 자원 등이 기업의 요구를 충족시키는 정도를 평가한다.

**2.2.3 작성방법론**

국가경쟁력 순위 산정은 개별지표별 순위 산정 → 부

문별 및 분야별 순위 산정 → 종합순위 산정의 순서로 진행된다. 개별지표별 순위 산정은 표준편차 방법(SDM: Standard Deviation Method)을 채택하였는데, 이 방법은 지표 간 측정단위가 상이하여 비교가능한 표준척도가 필요할 때 활용되는 방식이다. 부문별 순위는 개별지표의 표준화된 값을 가중평균하여 값을 구하고 순위를 산정하는데 경성자료의 경우에는 1의 가중치를, 연성자료의 경우에는 0.5의 가중치를 부여하며, 결측값(missing value)이 있을 경우에는 0의 표준화값을 부여한다. 전체 순위는 분야별 점수를 산술평균하여 값을 구한 후 순위를 산정한다.

본 논문의 분석대상이 되는 정부행정 효율성 분야-재정정책 부문의 개별지표를 살펴보면 Table 1과 같다.

[Table 1] Indicators on Fiscal Policy Sector

| Sector            | Type         | Indicator  |
|-------------------|--------------|--|
| Fiscal Policy (9) | Hard data(6) | Collected total tax revenues, Effective personal income tax rate, Corporate tax rate on profit, Consumption tax rate, Employee's social security contribution rate, Employer's social security contribution rate |
|                   | Soft data(3) | Real personal taxes, Real corporate taxes, Tax evasion   |

**3. 실증분석모형**

**3.1 비관측요인모형**

본 연구 목적 중의 하나는 세계은행에서 종합지표를 작성하기 위해 사용한 비관측요인모형(또는 다지표모형(multiple-indicator model))을 이용하여 IMD의 국가경쟁력 중 재정정책 부문 경쟁력지수를 산출하여 IMD방식에 따른 결과를 비교해 보는 것이므로 본 절에서는 세계은행의 방법론을 소개하면서 동 방법론이 IMD의 국가경쟁력 중 재정정책 부문 경쟁력지수를 산출에 어떻게 적용되는지를 설명하고자 한다.

$g(j)$ 를  $j$ 국가의 부문별 경쟁력을 나타내는 비관측요인, 즉 예를 들어 재정정책이라고 하자. 재정정책에 관한 관측자료는 Table 1에 있는 9개의 지표로 구성되어 있다. 재정정책 부문에서  $k$ 번째 지표에 관한  $j$ 국가의 관측자료를  $y(j,k)$ 라고 하고,  $y(j,k)$ 는 관측되지 않은  $j$ 국가의 부문별 경쟁력지수인  $g(j)$ 와 교란항인  $\epsilon(j,k)$ 의 선형결합이라고 가정하면, 다음의 (1)식과 같은 비관측요인모형

또는 다지표모형으로 나타낼 수 있다.

$$y(j,k) = \alpha(k) + \beta(k) \cdot (g(j) + \epsilon(j,k)) \quad (1)$$

단,  $\alpha(k)$ 와  $\beta(k)$ 는 비관측요인과 관측자료의 관계를 나타내는 미지수이다.  $g(j)$ 는 평균이 0이고 분산이 1인 확률변수라고 가정한다. 교란항의 평균은 0이고 지표별로 국가 간 분산은 동일하나, 지표별 분산은 다른 것으로 가정한다. 즉,  $E[\epsilon(j,k)] = 0$ ,  $E[\epsilon(j,k)^2] = \sigma_\epsilon(k)^2$ 이다. 또한 지표 간 및 지역 간 교란항은 서로 독립으로 가정한다. 즉,  $E[\epsilon(j,k)\epsilon(j',k')] = 0$  if  $j \neq j'$  or  $k \neq k'$  이다

(1)식에서  $g(j)$ 의 추정을 위해  $g(j)$ 와  $\epsilon(j,k)$ 가 결합 정규분포를 한다고 가정(즉,  $g(j)$ 와  $y(j,k)$ 의 결합정규분포를 가정)하면 부문별 경쟁력 지수는 (2)식과 같이 조건부 기댓값으로 표현할 수 있고, 이의 불확실성 또는 조건부 분산 역시 (3)식에 의해 계산할 수 있다.

$$E(g(j)|y(j,k)) = \iota'(u' + \Sigma)^{-1} B^{-1}(y(j,k) - \alpha) \quad (2)$$

$$Var(g(j)|y(j,k)) = 1 - \iota'(u' + \Sigma)^{-1} \iota \quad (3)$$

(2)식의 의미를 살펴보기 위해  $\alpha(k), \beta(k)$  파라미터로 표준화한 경쟁력 관련 변수를 계산하면 (4)식과 같다.

$$\tilde{y}(j,k) = \frac{y(j,k) - \alpha(k)}{\beta(k)} = g(j) + \epsilon(j,k) \quad (4)$$

이를 이용하여 (2)식을 다시 표현하면 경쟁력지수는 다음과 같이  $\alpha(k), \beta(k)$  파라미터를 이용하여 표준화한 구성변수들을  $\sigma_\epsilon(k)^2$ 에 요약된 정보가치를 이용하여 가중평균한 것임을 알 수 있다. 따라서 특정국가 경쟁력지수의 분산은 이용 가능한 종합지수 구성지표의 개수에 따라 다르게 계산되며, 모든 국가의 구성지표 개수가 동일하면 분산은 모두 동일하게 계산된다.

$$E(g(j)|y(j,k)) = \left(1 + \sum_{k=1}^{K(j)} \sigma_\epsilon(k)^{-2}\right)^{-1} \sum_{k=1}^{K(j)} \sigma_\epsilon(k)^{-2} \cdot \tilde{y}(j,k) \quad (5)$$

$$Var(g(j)|y(j,k)) = \left(1 + \sum_{k=1}^{K(j)} \sigma_\epsilon(k)^{-2}\right)^{-1} \quad (6)$$

(1)식의 비관측요인모형에서  $\alpha, \beta$ , 그리고  $\sigma$ 를  $K \times 1$

차원의 계수행렬,  $y$ 와  $\epsilon$ 를 각각  $K \times 1$  차원의 구성지표 데이터 및 오차항 벡터, 그리고  $g$ 를 스칼라 변수인 경쟁력지수라고 두면 (7)식과 같게 된다.

$$y(j) = \alpha + \beta(g + \epsilon(j)), \quad j = 1, \dots, J \quad (7)$$

(7)식에서  $y(j) - \alpha$ 는 평균이 0벡터이며 공분산은 다음의 (8)식과 같은 다변량 정규분포를 한다.

$$\Sigma = \beta\beta' + diag(\beta)diag(\sigma)diag(\beta) \quad (8)$$

단,  $diag(\theta)$  함수는 차원이 벡터  $\theta$ 와 같은 대각행렬(diagonal matrix)을 나타낸다.

따라서 우도함수는 다음의 (9)식과 같다.

$$L(\alpha, \beta, \sigma; y(1), \dots, y(J)) = \frac{1}{2\pi^{-K/2} \det(\Sigma)^{-1/2}} \exp\{-0.5(y(j) - \alpha)' \Sigma^{-1} (y(j) - \alpha)\} \quad (9)$$

(9)식의 우도함수를 미지의 모수에 대하여 극대화함으로써  $\alpha(k), \beta(k)$ , 그리고  $\sigma_\epsilon(k)^2$ 을 추정할 수 있으며, (5)식과 (6)식을 이용하여 경쟁력의 종합지표와 이의 분산(불확실성)을 추정할 수 있다. (1)-(6)식은 세계은행 방법을 설명하는 식이며[8], (7)-(9)식은 추정방법을 자세히 설명하는 식이다.

### 3.2 주성분분석

주성분분석은 여러 개의 변수들이 서로 상관관계가 높은 경우 이들의 관계를 공통요인을 이용하여 종속변수를 설명하려는 다변량분석 방법 중의 하나이다. 주성분분석은 설명변수들이 상관관계를 가지고 있어서 직접적으로 해석하기 어려운 경우 이 변수들 간의 구조적인 연관관계를 상대적으로 독립적이면서 변수들의 내재적인 구조를 이해하기 위하여 개념적으로 의미를 부여할 수 있는 장점이 있다. 또한 설명변수의 종속변수에 대한 상대적 기여도를 평가하는 가중치를 산정하는데 유용하게 사용되는 기법이다[10]

종합지표의 성격인 제주지역경기종합지수 작성 시 주성분분석을 이용하여 구성지표의 적합성 여부를 판단할 수 있으며[11], 주성분분석에서 주성분벡터를 활용하여 각 변수의 가중치를 산정하고 새로운 국가경쟁력지수를 추정함으로써 IMD 및 세계경제포럼(WEF) 국가경쟁력지수의 안정성을 검증해 볼 수도 있다[12].

### 4. 종합지표작성 적용 사례

세계은행이 제시한 종합지표 작성방법의 유용성 및 적용 가능성을 살펴보기 위하여 먼저, 주성분분석 및 세계은행 방법론을 적용하여 IMD의 국가경쟁력 중 재정정책 부문 경쟁력지수를 산출하여 IMD방식에 따른 결과를 비교해 본다. 다음으로 동 방법론의 적용 가능성을 제시하기 위하여 지방자치단체의 운영성과를 측정해 본다.

#### 4.1 IMD의 국가경쟁력-재정정책 부문-

재정정책(Fiscal Policy) 부문의 경쟁력지수 산출을 위한 구성지표들은 ①총조세수입, ②유효개인소득세율, ③법인세율, ④소비세율, ⑤고용인사회보장부담률, ⑥사용자사회보장부담률, ⑦실질개인세, ⑧실질법인세, ⑨조세회피 등 9개 등 구성지표를 기조데이터로 사용하였다. 일반적으로 개별지표의 선정은 이론, 기존연구, 경험에 의해 선정하는데 이를 경제적 유의성을 고려한 선정이라고 한다.

①-⑥ 변수는 낮을수록 지표값이 상승하는 정량변수이며, ⑦-⑨는 높을수록 지표값이 상승하는 서베이 변수이다. 따라서 0과 1 사이의 값을 갖도록 표준화한 기조데이터는 부호에 따라 1에 가까울수록 또는 0에 가까울수록 높은 경쟁력을 나타낸다.

구성지표 간 상관관계 정보는 유용하기는 하지만 종합지표 구성을 위한 최종 변수조합을 찾는 데 직접적으로 활용하기에는 어려움이 있다. 이에 본 논문은 주성분분석을 통하여 후보 구성지표를 선정하였다. 상관관계 분석과 주성분분석을 실행해 본 결과 ③법인세율 변수 및 ⑨조세회피변수가 유의하지 않은 것으로 추정되어 최종적으로 이 변수들을 제외한 7개 변수의 주성분분석(PCA) 결과를 나타내는 Table 2는 요인이 하나인 비관측모형으로 적절히 모형화할 수 있음을 보여주고 있다. 특정지표가 종합지표의 후보 구성지표로 적합한지를 검증하는 방법은 첫 번째 주성분(PC)을 결정하는 eigenvector 구성요소들이 모두 동일한 부호를 갖는지 여부, 이들의 값이 0보다 큰지 여부, 그리고 누적 설명력이 충분히 큰지 등을 검증한다. 이러한 절차를 통해 지표를 선정하는 것을 통계적 유의성을 고려한 선정이라고 한다.

변수 ①-② 그리고 ④-⑧의 7개 최종후보지표를 사용하여 비관측요인모형을 최우추정방법(MLE: Maximum Likelihood Estimation)으로 추정한 결과는 Table 3과 같다. ⑧실질법인세 변수의 요인민감도를 제외하고 대부분의 파라미터는 유의적이며 예상한 부호를 보이고 있다.

[Table 2] PCA Results for Fiscal Policy Sector

|                | Comp 1   | Comp 2   | Comp 3   | Comp 4   |
|----------------|----------|----------|----------|----------|
| Eigenvalue     | 3.211    | 1.467    | 0.908    | 0.766    |
| Variance Prop. | 0.458    | 0.209    | 0.129    | 0.109    |
| Cumul. Prop.   | 0.458    | 0.668    | 0.798    | 0.907    |
| Eigenvectors   |          |          |          |          |
| Variable       | Vector 1 | Vector 2 | Vector 3 | Vector 4 |
| ①              | -0.443   | 0.278    | -0.372   | -0.085   |
| ②              | -0.456   | 0.287    | 0.044    | -0.257   |
| ④              | -0.451   | 0.211    | -0.242   | 0.180    |
| ⑤              | -0.283   | 0.078    | 0.827    | -0.324   |
| ⑥              | -0.333   | -0.069   | 0.283    | 0.839    |
| ⑦              | 0.392    | 0.487    | 0.186    | 0.289    |
| ⑧              | 0.214    | 0.738    | 0.008    | 0.003    |

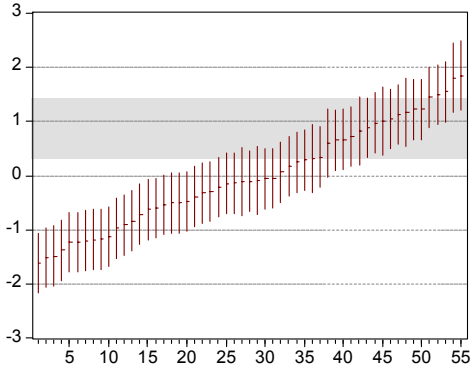
Note : ①-⑧ represents indicator discussed in Sec. 4.1.

[Table 3] MLE Results for Fiscal Policy Sector

| Variable | $\hat{\alpha}(k)$ | $t(\hat{\alpha}(k))$ | $\hat{\beta}$ | $t(\hat{\beta}(k))$ | $\hat{\sigma}_\epsilon$ | $t(\hat{\sigma}_\epsilon)$ |
|----------|-------------------|----------------------|---------------|---------------------|-------------------------|----------------------------|
| ①        | 0.471             | 13.428               | -0.220        | -7.417              | 0.623                   | 4.420                      |
| ②        | 0.458             | 14.038               | -0.198        | -6.952              | 0.699                   | 4.374                      |
| ④        | 0.559             | 13.381               | -0.240        | -6.327              | 0.709                   | 4.173                      |
| ⑤        | 0.309             | 10.548               | -0.095        | -3.123              | 2.047                   | 2.877                      |
| ⑥        | 0.382             | 11.573               | -0.124        | -3.790              | 1.687                   | 3.411                      |
| ⑦        | 0.477             | 15.530               | 0.133         | 4.463               | 1.380                   | 3.840                      |
| ⑧        | 0.482             | 15.196               | 0.057         | 1.668               | 3.986                   | 1.630                      |

Table 3의 추정 결과를 사용하여 계산한 재정정책 부문 종합지표(Composite Index of Fiscal Policy), 90% 신뢰구간의 상한값(95% Upper) 및 하한값(5% Lower)을 종합지표가 낮은 순서에서 높은 순으로 정렬한 결과는 부록 1 및 Fig. 1과 같다. 부록 1에서 음영으로 처리한 부분은 한국의 측정값을 나타내는데 주성분분석과 비관측요인모형으로 추정된 재정정책 부문 한국의 순위는 13위로 이는 9개의 개별지표로 산정한 IMD의 순위 1위와 다소 차이가 난다. 한편, 비관측요인모형에서 사용한 지표와 동일한 7개의 지표를 이용하여 IMD방식으로 재산정한 재정정책 부문 한국의 순위는 11위인 것으로 나타났다. 순위에 큰 차이가 발생하지 않아 본 연구에서 제시하고 있는 방법의 유용성을 확인시켜주고 있는 가운데 본 연구에서 제시한 방법에 의한 순위 13위가 가장 객관적이고 과학적인 방법으로 계산된 순위이며, 비관측요인모형에서 사용한 지표와 동일한 7개의 지표를 이용하여 IMD방식으로 재산정한 순위 11위가 차선의 방법으로 계산된 순위이고, 당초 IMD방식에 의한 순위 10위는 세 가지 방법 중 가장 설득력이 낮은 방법으로 계산된 순위로 평가할 수 있다.

Fig. 1에서 음영으로 처리한 부분은 한국 종합지표의 90% 신뢰구간을 나타낸다. 90% 신뢰구간을 이용하여 한국의 순위와 통계적으로 유의한 차이를 보이는 국가의 수를 계산해 보면 한국보다 순위가 높은 국가는 없고, 동일한 국가의 수는 32개이며, 낮은 국가의 수는 23개로 나타났다. 이러한 사실은 통계적 유의성의 관점에서 볼 때 절대 순위를 국가별로 단순히 비교하는 데 유의해야 함을 시사해 주고 있다.



[Fig. 1] Composite Index of Fiscal Policy Sector and its 90% Confidence Interval

종합지표 작성방식의 상관성을 살펴보기 위해 비관측요인모형을 이용한 종합지표의 순위와 IMD방식의 부문별 순위의 상관계수(Kendall's  $\tau$ )를 계산해 보면 0.842이며 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. IMD방식에서 사용하는 가중치 부여방식 및 표준화 방식이 비관측요인모형의 경우와 상이하기 때문에 일반적으로 Kendall's  $\tau$  값이 유의하지 않게 나올 것으로 예상되나 본 연구에서는 유의한 것으로 나타났다. 그 이유는 비관측요인모형에 의해 추정된 지표 간 가중치의 차이가 크지 않아 동일한 가중치를 사용하는 IMD방식의 결과와 차이가 없게 나타난 것으로 보인다.

#### 4.2 지자체 운영성과-지방재정-

지방자치단체의 운영성과는 다양한 방법으로 측정할 수 있는데 본 논문에서는 경기도 31개 시군의 지방재정 운영성과를 비관측요인모형을 이용하여 측정해 보았다. 지방재정 부문의 운영성과 종합지수 산출을 위한 구성지표들은 기존 연구에서 많이 사용하고 있는 ①자체수입 증감률, ②경상경비 비율 및 증감률, ③채무비율 및 증감률, ④기금 조성자금 활용률, ⑤보조사업 적기 집행률, ⑥ 자체사업 적기 집행률, ⑦수의계약 비율, ⑧평균낙찰률 차이, ⑨공기업 등 산하기관 관리 적정성, ⑩공기업부문

자본이익률 등 10개의 구성지표를 기초데이터로 사용하였다. 기초데이터는 0과 1사이의 값을 갖도록 척도를 통일(rescale)하였으며 1에 가까울수록 높은 운영성과를 나타낸다.

기초데이터는 변수 간 상관계수의 크기가 큰 차이를 보이며 상이한 방향으로 움직이는 변수도 관측되었는데 이는 10개의 변수를 모두 사용하여 비관측요인모형을 추정하는 경우 일부 변수가 선행적인 부호와 반대의 부호를 보일 가능성이 높다. 이에 따라 주성분분석(PCA)을 통하여 후보 구성지표를 선정하였는데 ①-③과 ⑧은 제외하는 것이 타당한 것으로 나타났다. 따라서 이들을 제외한 6개 변수들을 사용하여 PCA를 실행한 결과 (Table 4 참조), 첫 번째 eigenvector가 모두 동일한 부호를 보여 요인이 하나인 비관측모형으로 적절히 모형화할 수 있음을 보여주고 있다.

[Table 4] PCA Results for Local Finance

|                | Comp 1   | Comp 2   | Comp 3   | Comp 4   |
|----------------|----------|----------|----------|----------|
| Eigenvalue     | 2.038    | 1.205    | 0.886    | 0.829    |
| Variance Prop. | 0.340    | 0.201    | 0.148    | 0.138    |
| Cumul. Prop.   | 0.340    | 0.541    | 0.688    | 0.826    |
| Eigenvectors   |          |          |          |          |
| Variable       | Vector 1 | Vector 2 | Vector 3 | Vector 4 |
| ④              | -0.299   | 0.319    | -0.828   | -0.268   |
| ⑤              | -0.316   | -0.614   | 0.033    | -0.495   |
| ⑥              | -0.534   | 0.141    | 0.204    | -0.329   |
| ⑦              | -0.224   | -0.611   | -0.380   | 0.568    |
| ⑨              | -0.454   | 0.359    | 0.071    | 0.488    |
| ⑩              | -0.519   | -0.005   | 0.349    | 0.121    |

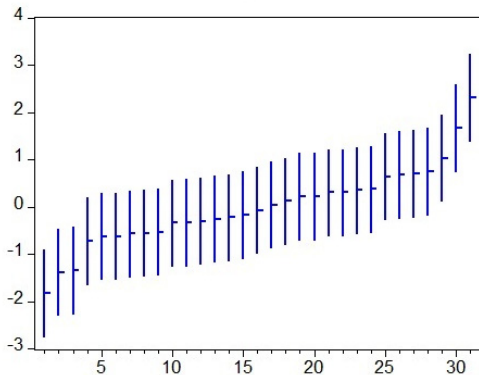
Note : ④-⑩ represents indicator discussed in Sec. 4.2.

PCA를 통해 식별한 변수 ④-⑦ 및 ⑨-⑩의 6개 최종후보지표를 사용하여 비관측요인모형을 추정한 결과는 Table 5와 같은데 ④기금 조성자금 활용률, ⑤보조사업 적기 집행률, ⑦수의계약 비율 변수의 요인민감도의 통계적 유의성은 상당히 낮은 것으로 나타났다.

[Table 5] MLE Results for Local Finance

| Variable | $\hat{\alpha}(k)$ | $t(\hat{\alpha}(k))$ | $\hat{\beta}$ | $t(\hat{\beta}(k))$ | $\hat{\sigma}_\epsilon$ | $t(\hat{\sigma}_\epsilon)$ |
|----------|-------------------|----------------------|---------------|---------------------|-------------------------|----------------------------|
| ④        | 0.171             | 4.324                | 0.065         | 1.378               | 3.233                   | 1.316                      |
| ⑤        | 0.421             | 9.487                | 0.075         | 1.408               | 3.113                   | 1.338                      |
| ⑥        | 0.642             | 13.880               | 0.179         | 3.150               | 1.024                   | 1.962                      |
| ⑦        | 0.832             | 21.625               | 0.035         | 0.750               | 5.897                   | 0.739                      |
| ⑨        | 0.451             | 8.556                | 0.155         | 2.530               | 1.603                   | 2.106                      |
| ⑩        | 0.268             | 8.793                | 0.108         | 2.931               | 1.211                   | 2.089                      |

Table 5의 결과를 사용하여 계산한 지방재정 부문 운영성과 종합지표(Performance Index of Local Finance), 90% 신뢰구간의 상한값(95% Upper) 및 하한값(5% Lower)을 종합지표가 낮은 순서에서 높은 순으로 정렬한 결과는 Fig. 2와 같다.



[Fig. 2] Composite Index of Local Finance and its 90% Confidence Interval

## 5. 결론

종합지표를 작성하기 위해서는 여러 부문에서 동질적 정보를 갖는 지표들을 가능한 한 많이 발굴하여 이들을 결합함으로써 개별 구성지표의 고유 잡음이 최대한 상쇄된 공통의 시그널을 포착할 수 있어야 한다. 따라서 종합지표 구성에 앞서 특정 후보지표가 종합지표의 구성지표로 적합한지 검증하는 선행 작업이 매우 중요하다. 적합성 검증 절차 없이 직관적으로 변수를 선정하여 종합지표를 작성하는 경우 결과를 해석하기 어려울 뿐만 아니라 종합지표의 비교를 통하여 순위를 결정하는 절차의 적합성에 대한 의문이 제기될 수 있다.

본 연구의 의의는 다음과 같이 요약될 수 있다. 첫째, 종합지표 작성목적과 대상 후보변수들의 속성이 서로 상이함에도 불구하고 본 연구는 세계은행의 경험과 매우 유사한 결과를 얻었다. IMD의 지표들이 일부 고유잡음을 보임에도 불구하고 적합성 검증 절차를 통하여 최적 후보지표를 식별하고 비관측요인모형을 추정함으로써 계량적 방식에 의한 종합지표 작성이 가능함을 보여 주었다. 둘째, 종합지표뿐만 아니라 지표의 신뢰구간까지 추정함으로써 인접순위의 종합지표값들을 단순히 비교하여 순위를 결정하는데 대한 통계적 정당성의 확보가 취약함을 확인해 주었다. 셋째, 세계은행의 방법론은 구성지표

의 적합성 검증에 대한 통계적 방법론을 적용하지 않고 여러 기관들이 발표하는 후보지표들의 상관관계의 부호와 크기가 직관적인 해석과 일관성이 있다는 사실만을 언급하고 있다. 그러나 본 연구는 적합성 검증을 위한 통계적인 방법론으로 주성분분석(PCA)을 사용하였다.

본 연구결과와 시사점은 다음과 같다. 첫째, IMD방식과 World Bank방식에 의한 재정정책 부문 순위상관계수는 5% 수준에서 상관관계가 있는 것으로 나타나 두 방법 모두 의미가 있는 것으로 판단된다. 둘째, IMD방식보다는 비관측요인모형에 의한 종합지표 작성방법이 더 유용한 정보를 제공한다고 할 수 있다. z-score를 사용하여 경쟁력 지수를 산정하는 IMD방식은 자의적인 가중치에 의해 단순히 종합지표의 순위만을 계산해 준다. 그러나 비관측요인모형에 의한 방법은 모형 및 데이터에 근거한 가중치에 의해 종합지표의 수준, 순위 및 신뢰구간까지 계산해 주어 통계적 유의성을 고려한 순위비교가 가능하다.

본 연구에서 제안하는 PCA 방법론 및 비관측요인모형은 후보지표 선정, 가중치 도출, 그리고 종합지표의 수준 및 신뢰구간 작성에 매우 유용한 것으로 나타났다. 따라서 지역발전지수, 지방재정분석, 지방자치경쟁력지수, 공기업평가 등에 광범위하게 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

## References

- [1] Sim, Joon-Sup, "An Application of Judgement Analysis as a Method of Assigning Weight of Evaluation Indicator", *Evaluation Review*, Vol. 4, pp.99-117, Evaluation Research Institute, 2007.
- [2] International Management Development, *IMD World Competitiveness Yearbook*, 2007.
- [3] Kane, Tim, Kim Holmes and Mary A. O'Grady, "2007 Index of Economic Freedom", The Heritage Foundation and Wall Street Journal, 2007.
- [4] Kaufmann, Daniel, Aart Kraay and Massimo Mastruzzi, *Governance Matters VI: Governance Indicators for 1996-2006*, World Bank Policy Research, 2007.
- [5] Kaufmann Daniel, Aart Kraay and Massimo Mastruzzi, *Governance Matters V: Governance Indicators for 1996-2005*, World Bank Policy Research #4012, 2006.
- [6] Kaufmann Daniel, Aart Kraay and Massimo Mastruzzi, *Governance Matters IV: Governance Indicators for 1996-2004*, World Bank Policy Research #3630, 2005.
- [7] Kaufmann Daniel, Aart Kraay and Massimo Mastruzzi, "Governance Matters III: Governance Indicators for

1996-2002", *WBER*, Vol. 12, No.12, 2003.

[8] Kaufmann Daniel, Aart Kraay and Pablo Zoido-Lobaton, *Aggregating Governance Indicators*, World Bank Policy Research Department Working Paper No. 2195., 1999a.

[9] Kaufmann Daniel, Aart Kraay and Pablo Zoido-Lobaton, *Governance Matters*, World Bank Policy Research Department Working Paper No. 2196, 1999b.

[10] Johnston, J. *Econometric Methods*, 3rd. ed. pp.481-482, New York: McGRAW-HILL Book Co., 1984.

[11] Kang, Gi-choon and Kyung-joo Lee, A Study on Developing Jeju Regional Coincident Economic Indicator, *The Korean-Japanese Journal of Economics and Management Studies*, Vol. 50, pp.129-152. 2011.2.

[12] Rhee, Hyun Jae, "A Study on the Evaluation of IMD and WEF World Competitiveness Indexes by the Principal Component Analysis", *International Area Studies Review*, Vol. 9, pp.330-345, 2005.6.

**강 기 춘(Gi-Choon Kang)**

[정회원]



- 1992년 5월 : Iowa State University 경제학과 (경제학박사)
- 1992년 2월 ~ 1992년 11월 : 동양경제연구소(현 동양증권) 책임연구원
- 1993년 3월 ~ 현재 : 제주대학교 경제학과 교수

<관심분야>  
거시계량경제, 경제변동

**김 명 직(Myung-Jig Kim)**

[정회원]



- 1989년 5월 : University of Washington 경제학과 (경제학박사)
- 1989년 8월 ~ 1995년 2월 : University of Alabama 경제학과 교수
- 1995년 3월 ~ 현재 : 한양대학교 경제금융학부 교수

<관심분야>  
재무계량경제, 금융경제

[Appendix 1] Results of Calculating Composite Index of Fiscal Policy Sector

| Rank | Country         | 95% Upper | 5% Lower | Composite Index |
|------|-----------------|-----------|----------|-----------------|
| 55   | Sweden          | -1.0610   | -2.1709  | -1.6159         |
| 54   | Hungary         | -0.9588   | -2.0687  | -1.5138         |
| 53   | Denmark         | -0.9313   | -2.0412  | -1.4862         |
| 52   | Belgium         | -0.8233   | -1.9332  | -1.3783         |
| 51   | France          | -0.6741   | -1.7839  | -1.2290         |
| 50   | Norway          | -0.6735   | -1.7834  | -1.2285         |
| 49   | Poland          | -0.6460   | -1.7559  | -1.2009         |
| 48   | Netherlands     | -0.6229   | -1.7328  | -1.1778         |
| 47   | Finland         | -0.6159   | -1.7258  | -1.1709         |
| 46   | Slovenia        | -0.5710   | -1.6808  | -1.1259         |
| 45   | Austria         | -0.4165   | -1.5264  | -0.9714         |
| 44   | Italy           | -0.3554   | -1.4653  | -0.9103         |
| 43   | Croatia         | -0.2775   | -1.3874  | -0.8325         |
| 42   | Germany         | -0.1603   | -1.2702  | -0.7152         |
| 41   | Czech Republic  | -0.0737   | -1.1836  | -0.6287         |
| 40   | Turkey          | -0.0433   | -1.1532  | -0.5982         |
| 39   | Bulgaria        | 0.0229    | -1.0870  | -0.5320         |
| 38   | Iceland         | 0.0475    | -1.0624  | -0.5074         |
| 37   | Romania         | 0.0476    | -1.0623  | -0.5074         |
| 36   | United Kingdom  | 0.0776    | -1.0323  | -0.4773         |
| 35   | Portugal        | 0.1651    | -0.9448  | -0.3899         |
| 34   | Lithuania       | 0.2363    | -0.8736  | -0.3186         |
| 33   | Spain           | 0.2606    | -0.8493  | -0.2944         |
| 32   | Argentina       | 0.3462    | -0.7636  | -0.2087         |
| 31   | Greece          | 0.4147    | -0.6952  | -0.1403         |
| 30   | Luxembourg      | 0.4164    | -0.6935  | -0.1385         |
| 29   | Brazil          | 0.5117    | -0.7499  | -0.1191         |
| 28   | New Zealand     | 0.4544    | -0.6555  | -0.1006         |
| 27   | Ukraine         | 0.5394    | -0.7222  | -0.0914         |
| 26   | Israel          | 0.5020    | -0.6079  | -0.0530         |
| 25   | Estonia         | 0.5097    | -0.6002  | -0.0453         |
| 24   | Slovak Republic | 0.6202    | -0.4897  | 0.0653          |
| 23   | Chile           | 0.7289    | -0.3810  | 0.1739          |
| 22   | Australia       | 0.8001    | -0.3098  | 0.2452          |
| 21   | Ireland         | 0.8458    | -0.2641  | 0.2909          |
| 20   | Russia          | 0.9396    | -0.3220  | 0.3088          |
| 19   | Canada          | 0.8983    | -0.2115  | 0.3434          |
| 18   | USA             | 1.2323    | -0.0293  | 0.6015          |
| 17   | Mexico          | 1.2120    | 0.1021   | 0.6571          |
| 16   | Japan           | 1.2234    | 0.1135   | 0.6685          |
| 15   | Colombia        | 1.2801    | 0.1702   | 0.7251          |
| 14   | Jordan          | 1.4524    | 0.1908   | 0.8216          |
| 13   | Korea           | 1.4410    | 0.3311   | 0.8860          |
| 12   | Switzerland     | 1.5280    | 0.4181   | 0.9731          |
| 11   | South Africa    | 1.6464    | 0.3848   | 1.0156          |
| 10   | Venezuela       | 1.5985    | 0.4886   | 1.0435          |
| 9    | Philippines     | 1.6829    | 0.5730   | 1.1279          |
| 8    | Malaysia        | 1.7989    | 0.5373   | 1.1681          |
| 7    | India           | 1.7763    | 0.6665   | 1.2214          |
| 6    | Singapore       | 1.7775    | 0.6676   | 1.2226          |
| 5    | Thailand        | 1.9998    | 0.8899   | 1.4448          |
| 4    | Indonesia       | 2.0513    | 0.9415   | 1.4964          |
| 3    | Taiwan          | 2.1046    | 0.9947   | 1.5497          |
| 2    | China Mainland  | 2.4386    | 1.1770   | 1.8078          |
| 1    | Hong Kong       | 2.4801    | 1.2185   | 1.8493          |